

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KUNNALLISTEKNIISTEN RIS- TEÄMIEN RAKENTAMINEN

TEKIJÄ Valtteri Malin

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Valtteri Malin			
Työn nimi Kunnallisteknisten risteämien rakentaminen			
Päiväys	17.01.2022	Sivumäärä/Liitteet	32/5
Toimeksiantaja GRK Infra Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämän opinnäytetyön taustana toimi GRK Infra Oy:n kesällä 2021 tehty Puusepänkadun vesihuollon rakentamisen urakka ja siellä tulleet huomiot kunnallisteknisten risteämien rakentamisesta. Työn tavoitteena oli tuottaa tämän opinnäytetyön muodossa yritykselle ohjekortti, jota voidaan hyödyntää kunnallisteknisessä rakentamisessa aloittavan työnjohdon perehdyttämisessä ja tarjousvaiheessa urakan laskennassa.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin yleisimmät kunnallisteknisessä rakentamisessa risteävät tekniikat, niiden rakentaminen ja rakentamiseen vaikuttavat asiat kuten InfraRyl:n antamat vaatimukset. Pohjaolosuhteiden vaikutuksia ja muun muassa pohjaveden hallintaa rakentamisessa käsiteltiin myös teoriaosuudessa. Opinnäytetyö toteutettiin työn aikana tehtyjen havaintojen perusteella ja tehtyä työtä vertaamalla teoriaosuuden antamiin tietoihin.</p> <p>Tuloksien ja näistä koostuvien johtopäätöksien osalta kunnallisteknisten risteyksien rakentamisessa korostui suunnitelmien tarkkuus ja annettujen lähtötietojen ajantasaisuus. Infrarakentamisessa työmaiden ja urakoiden yksilöllisyydestä johtuen tarkkojen ohjeiden ja työtapojen ohjeistus on erittäin haastavaa. Jatkotutkimuksen tarve kyseiselle aiheelle on tarpeellista, jotta voidaan tehdä ristiin vertausta eri työtekniikoiden ja työolosuhteiden osalta.</p>			
Avainsanat Kunnallistekniikka, Infrarakentaminen, Riskienhallinta			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author Valtteri Malin	
Title of Thesis Construction of Municipal Infrastructure Crossings	
Date 17 January 2022	Pages/Appendices 32/5
Client Organisation GRK Infra Oy	
<p>Abstract</p> <p>The background of this thesis was GRK Infra's construction of Puusepänkatu water supply construction in summer 2021 and the observations made on the construction of municipal infrastructure crossings. The aim of the work was to produce an instruction card for the company in the form of this thesis, which can be utilized in municipal infrastructure construction for initiating work management and in the offering phase for the calculation of the offer.</p> <p>The theory section consisted mostly of common networks intersecting in municipal engineering, their construction and building issues such as the requirements given by InfraRyl. The effects of ground conditions and, among other things, groundwater management in construction were also addressed in the theory section. The thesis was carried out based on observations made during the work and by comparing the work done with the data provided by the theory section.</p> <p>Regarding the results and conclusions made up of these, the construction of municipal infrastructure crossings emphasized the accuracy of the plans and timeliness of the output data provided. In infrastructure construction due to the individuality of work sites and contracts, the instruction on precise instructions and working practices is very challenging. The need for further research on this subject is necessary to cross comparisons with respect to different working techniques and working conditions.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Municipal infrastructure, Infrastructure construction, Risk management</p>	

ESIPUHE

Haluan kiittää GRK Infra Oy:tä opinnäytetyöni mahdollistamisesta. GRK Infra Oy:ltä kiitokseni saavat työtäni ohjannut laatupäällikkö Antti Värrö ja myös kesällä 2021 arvokkaita neuvoja jakanut opinnäytetyössä käytetyn case- kohteen työmaapäällikkö Mikko Teikari. Savonia ammattikorkeakoulun puolelta kiitokseni saavat opinnäytetyöni ohjaaja Juha Pakarinen.

Kuopiossa 17.01.2022

Valtteri Malin

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	GRK Infra Oy	6
1.2	Case- kuvaus Puusepänkadun vesihuollon rakentaminen.....	6
1.3	Työn tavoitteet	7
2	RISTEÄVÄ TEKNIikka.....	8
2.1	Sähkö- ja telekaapelit	8
2.2	Jäte- ja hulevesiviemärit	8
2.3	Vesijohdot.....	11
2.4	Kaukolämpöjohdot	13
2.5	Maakaasuputket.....	14
3	POHJAOLOSUhteET	15
3.1	Pohjamaa.....	15
3.2	Pohjaveden hallinta	15
4	TYÖVAIHEET KUNNALLISTEKNIStEN RISTEÄMIEN RAKENTAMISESSA.....	17
4.1	Kaivannon tuenta	17
4.2	Jäteveden ohipumppaus.....	19
4.3	Väliaikainen vedenjakelu	20
4.4	Kaivuu tavoitesyvyyyteen.....	21
4.5	Asennusalustojen rakentaminen putkille ja kaivoille.....	23
4.6	Putkien ja kaivojen asennusta.....	24
4.7	Täyttö.....	26
4.8	Liikennejärjestelyt risteysalueilla	27
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	29
6	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	30
	LÄHTEET	31
	LIITE 1: OHJEKORTTI KUNNALLISTEKNIStEN RISTEÄMIEN RAKENTAMISEEN	33

1 JOHDANTO

Urakoiden kilpailuttaminen tiukentuu vuosi vuodelta työtekniikoiden ja työssä käytettävän kaluston teknisten ominaisuuksien kehittyessä. Voittaakseen urakoita tarjousvaiheessa tulisi näin ollen pystyä yhä enemmän ottamaan huomioon kaikki tulevaan työhön liittyvät yksityiskohdat, jotka selviävät urakkatarjousasiakirjoista.

Päädyin tähän opinnäytetyö aiheeseen työskennellessäni kesällä 2021 GRK Infra Oy:llä, Puusepänkadun vesihuollon rakentamisen työmaalla. Siellä tulleiden kunnallisteknisten risteymä kohtien haasteet ja myös puutteelliset suunnitelmat herättivät mielenkiintoni kyseisen työvaiheen kehittämiseen. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi GRK Infra Oy. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä työmaalla kerätyn aineiston, työmaan suunnitelma asiakirjojen ja teoria tiedon avulla.

1.1 GRK Infra Oy

GRK-konserni on suomalainen rakennusalan konserni, jonka emoyhtiönä on GRK Infra Oy. Konsernin muodostavat Suomen GRK Infra Oy, GRK Road Oy, GRK Rail Oy, Ruotsin GRK Infra AB, GRK Rail Ab sekä Viron GRK Infra As. Infrarakennushankkeiden toteutus, suurten hankkeiden projektinjohto ja laaja-alainen raiderakennusosaaminen kuuluvat konsernin ydinosaan. Globaalisti GRK:ssa työskentelee noin 900 eri alan ammattilaista Suomessa, Ruotsissa ja Virossa. Konsernin liikevaihto oli vuonna 2020 melkein 390 miljoonaa euroa. (GRK 2021.)

GRK Infra Oy, entinen Graniittirakennus Kallio Oy on Armas Kallion perustama perheyryitys, joka on perustettu vuonna 1983. Infrarakoinnista tuli pikkuhiljaa yrityksen päätoimiala, sen laajennettua toimintansa infrarakointiin vuonna 2007. Toimintaa laajennettiin naapurimaihin Ruotsiin ja Viroon vuosina 2012 ja 2013. GRK Infra Oy:n palveluihin kuuluvat insinöörirakentaminen, raiderakentaminen, väylärakentaminen, päällystys sekä kiertotalous ja ympäristörakentaminen. (GRK 2021.)

1.2 Case- kuvaus Puusepänkadun vesihuollon rakentaminen

Tässä opinnäytetyössä käytetään Case- kuvauksena vuonna 2021 heinäkuusta lokakuuhun kestänyttä Helsingin seudun ympäristöpalveluiden tilaamaa hule- ja jätevesiviemärin rakentamista Asentajanpuistossa ja Puusepänkadulla. Urakka sisälsi myös jakeluvesijohdon rakentamista Puusepänkadulla Herttoniemen kaupunginosassa Helsingin kaupungissa. Rakennushankkeeseen kuului myös Puusepänkadun katurakenteen parantamistoimenpiteitä, mutta tämä opinnäytetyö rajautuu kunnallisteknisiin risteämäkohtiin ja siitä syystä katurakenteen perusparantaminen rajataan tästä opinnäytetyöstä pois.

Puusepänkadun vesihuollon rakentamisen pääurakoitsijana toimi GRK infra Oy. Urakka sisälsi betonisen halkaisijaltaan 1000 mm olevan jätevesiviemärin rakentamista noin 390 metriä, betonisen halkaisijaltaan 400 mm olevan hulevesiviemärin rakentamista noin 135 metriä, valurautaisen SG- vesijohdon halkaisijaltaan 160 mm rakentamista noin 100 metriä, sekä käytössä olevan himaniitti vesijohdon korvaamista 35 metrin matkalta halkaisijaltaan 600 mm olevalla valurautaisella SG- putkella. Vesijohtoverkoston liittyvät laitteet kuten venttiilit ja hule- sekä jätevesiviemäriin liittyvät kaivot.

Tämä opinnäytetyö rajautuu urakassa oleviin kahteen risteymäkohtaan. Risteymäkohtia ovat, kun Puusepäntätku risteää Kirvesmiehenkadun ja Sorvaajankadun kanssa. Kirvesmiehenkadun risteyskohdassa vesijohdon uusimisen ajaksi tehtiin siihen verkkoon liittyneille kiinteistöille väliaikainen vedenjakelu. Sorvaajankadun risteyksessä vanha runkolinjana toimiva himaniitti vesijohtoputki uusittiin valurautaiseen SG- putkeen, jotta Puusepäntätkua pitkin rakennettava jätevesiviemäri saatiin rakennettua risteuksen läpi.

1.3 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on löytää kehityskohtia ja mahdollisesti vaihtoehtoisia ratkaisuja Kunnallisteknisten risteämien rakentamiseen ja sitä kautta tuottaa toimeksiantajalle ohjekortti, joka tulee muun muassa työmaan työnjohdon avuksi. Ohjekortti tulee myös yrityksen laatujärjestelmän tueksi, jolloin sitä voidaan käyttää urakoiden tarjousvaiheessa mahdollisten risteyskohtien työvaiheiden ja työtapojen huomioimiseksi.

Työvaiheiden osalta myös tarkastellaan erillisenä kohtana riskienhallinnan näkökulmasta tulleita huomioita, miten tietoa voitaisiin jatkossa hyödyntää ja olisiko mahdollisesti ne ollut vältettävissä, esimerkiksi laadukkaammalla suunnittelulla tai vaihtoehtoisella työtavalla. Tavoitteen täyttyessä ohjekortin avulla pystyttäisiin kartoittamaan aikaisessa vaiheessa eteen tulevien kunnallisteknisten risteämien yleisimmät riskit sekä myös erilaiset työtekniiset mahdollisuudet.

2 RISTEÄVÄ TEKNIikka

Tässä kappaleessa tulen käsittelemään yleisimmät kunnallistekniikkaa rakentaessa käytettävät tekniikat, jotka risteävät katualueilla. Pohjautuen teoriaan, miten ne rakennetaan, mistä ne koostuvat ja mikä niiden käyttötarkoitus on. Kaikki maassa menevä käytössä oleva tekniikka on verkostonjakelijan omaisuutta, siitä syystä tulee varmistaa ennen tekniikkaan koskemista mahdollisten lupien tarvitavuus.

2.1 Sähkö- ja telekaapelit

Maan pinnan alapuolella menevää sähkö- tai telekaapelia kutsutaan maakaapeliksi. Työn kohteen läheisyydessä sijaitsevien kaapeleiden tiedot sekä sijainnit tulee vaaran välttämiseksi antaa maksutta verkonhaltijan toimesta työn suunnittelijalle, että työn suorittajalle. Verkonhaltijalta saatujen sähkökaapeleiden sijaintitietoja tulee tietoturvalisistä syistä säilyttää ja käsitellä niin, ettei tietoturva vaarannu ja tiedot ovat vain käyttöön oikeutettujen saatavilla. Johtojen siirtotarpeista ennen rakentamista tulisi ilmoittaa riittävän ajoissa verkonhaltijalle. Kaapeleiden suojaaminen voi olla mahdollista, jotta vauriot vältetään ja työ saadaan suoritetuksi. Verkonhaltija tarjoaa suojausohjeet. Telekaapeleihin verrattuna ovat sähkökaapelit suurempi riski niihin liittyvän sähköiskun vaaran perusteella. (Liikennevirasto 2018, 12–16.)

Katualueilla, maakaapelit joutuvat muun muassa liikenteen kuormista johtuvan kuormituksen alaiseksi ja tällöin ovat ne alttiita mekaanisille vaurioille. Maakaapeleiden suojaamiseen voidaan esimerkiksi käyttää kouruja, putkia ja muovilevyjä. Sähkömaakaapelin yläpuolelle asennetaan 0,3 metriä leveä varoitusverkko, varoitusverkon tulee olla vähintään 0,2 metriä sähkömaakaapelin yläpuolella. Telekaapeleissa varoitusnauha asennetaan vähintään 0,2 metriä telekaapeleiden yläpuolelle. Telekaapeleiden perustuessa valokuituun tulee valokuitukaapelit varustaa ulkopinnassa kulkevalla metallilangalla, jotta ne voidaan havaita kaapelin ilmaisimella. (Liikennevirasto 2018, 66–69)

Vaatumuksena Kaapeliuria ja -kaivantoja tehtäessä on televerkon maakaapeleiden asennus vähintään 0,8 metriin, kun kyseessä on ajoradan poikitus. Tosin kun televerkon maakaapeli on sijoitettuna suo-japutkeen voi ajoradan poikutuksissa asennussyvyys olla alle 0,8 metriä, jos kaapelin suojaamiseen käytettävät materiaalit suojaavat ulkoisilta rasituksilta riittävästi. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Kaapelikaivannot- ja urat 2021.)

Sähköverkon maakaapelin asennus tulee ulottaa vähintään 0,7 metrin syvyiseen kaapeliojaan, jos kaapelia ei muulla tavalla mekaanisesti suojata kuten suo-japutkella. Kuitenkin samaan kaivantoon asennettaessa tele- ja sähköverkon kaapeleita määräytyy asennussyvyysvaatimus tiukimman vähimmäissyvyyden mukaan, joka on sähköverkon kaapelin vähimmäissyvyys. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Kaapelikaivannot- ja urat 2021.)

2.2 Jäte- ja hulevesiviemärit

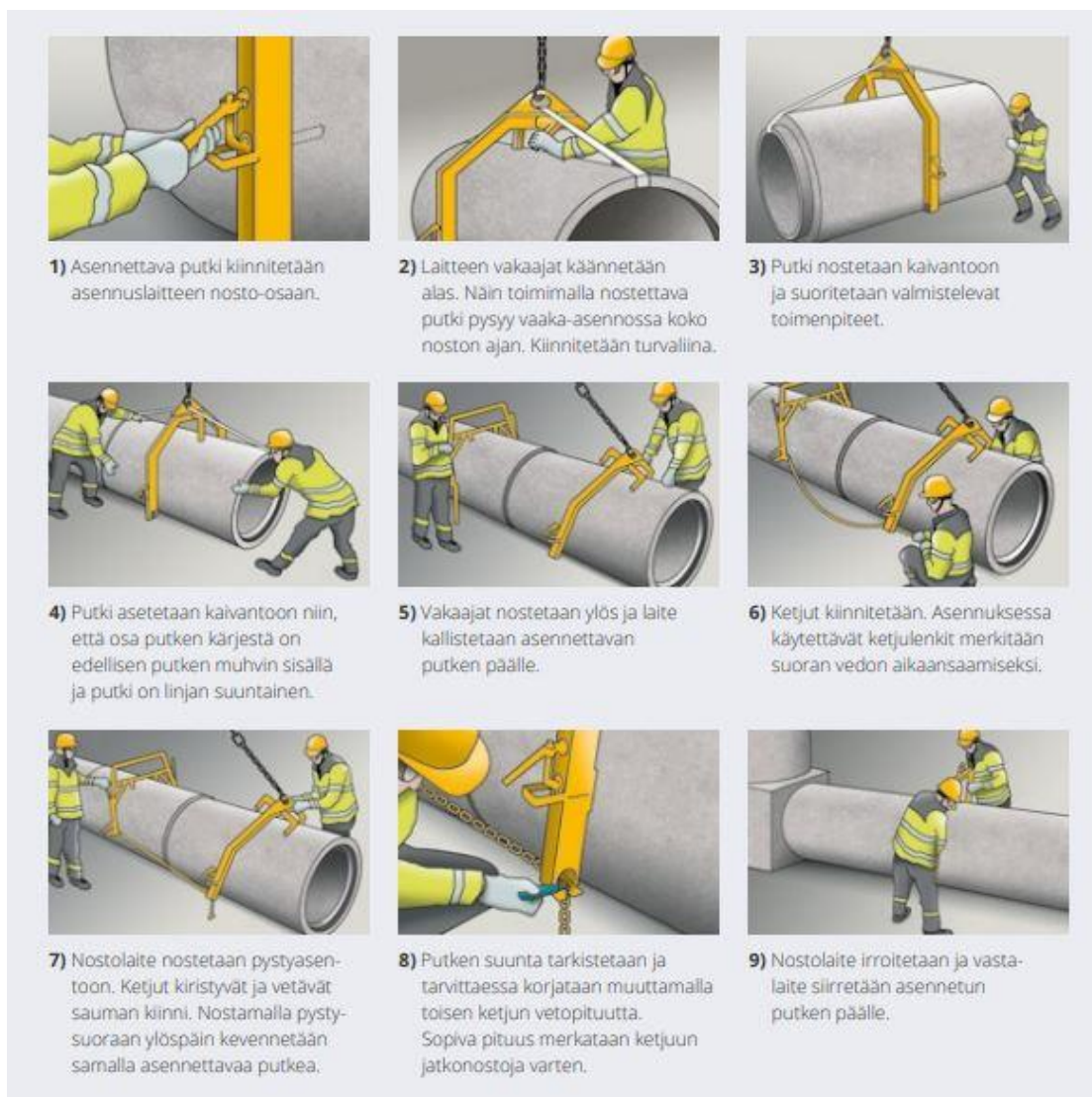
Tässä opinnäytetyössä tullaan keskittymään betonisiin viettoviemäriinjoihin, sillä opinnäytetyössä käytetyssä case- kuvauksessa rakennetaan betonisia jäte- ja hulevesiviemäriinjoja.

Jäte- ja hulevesiviemäreiden putkien materiaaleina tyypillisimmin Suomessa käytetään muovia. Muoviset jäte- ja hulevesiviemärit voidaan jakaa kolmeen eri muovilajiin polyeteeniin (PE), polypropeeniin (PP) ja polyvinyylidikloridiin (PVC). (Uponor 2009.)

Betoni on myös yleinen materiaali, josta valmistetaan jäte- sekä hulevesiviemäriputkia. Viemäri- linjoja rakennettaessa betoniputkista ovat ne pääasiassa viettoviemäri- linjoja. Yleisenä työtapana betonisten vietto jäte- ja hulevesiviemäriputkien asentaminen aloitetaan kaivovälin tai muun johto- osan alemmasta päädyssä. Putket tulee asentaa oikein päin, joka tarkoittaa putkien asennusta muhvit vir- taussuuntaa vastaan tasaiseen kaltevuuteen. Putkien tulee tukeutua koko pituudeltaan hyvin tiivis- tettyyn asennusalustaan. Jotta putket eivät jäisi kannatukselle tulee putkien muhvi osille kaivaa kolot asennusalustaan. Huolellinen puhdistus putkien liitospäille tulee suorittaa ennen paikoilleen asetta- mista. (Betoniteollisuus ry 2017, 1–30)

Solumuovisuusojus, joka suojaa putken liitospäässä olevaa tiivistettä poistetaan teipistä vetämällä put- ken suun suuntaisesti. Olosuhteiden kylmetessä tulee putken tiivistettä lämmittää, sen voi tehdä ku- mivasaralla tai vastaavalla naputtamalla. Tiivisteen lämpötila ei saa nousta yli 45 °C asteeseen, joten muun muassa nestekaasulla lämmittäminen on kielletty. Ennen putken liittämistä toiseen putkeen tulee sen kärkipäähän, varsinkin kärjen pyöristettyyn etureunaan sipaista perusteellisesti valmistajan suosittelemaa liukuainetta. (Betoniteollisuus ry 2017, 30)

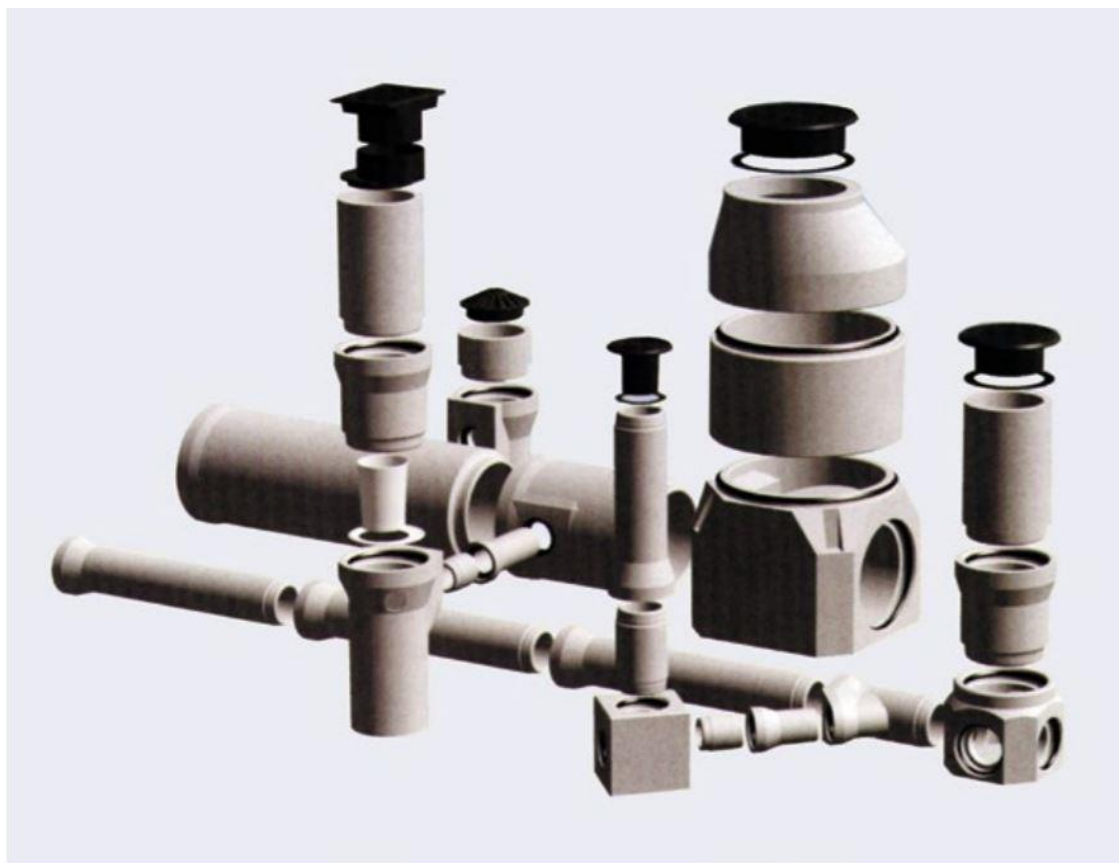
Betonisten hulevesi- ja viemäriputkien halkaisijat ovat 225 millimetristä 2000 millimetriin. Pieniksi putkiksi luokitellaan \varnothing 225...600 mm, kun taas suuriksi putkiksi \varnothing 600...2000 mm. Pienien putkien asentaminen tapahtuu putkisaksilla, jonka avulla putki nostetaan paikoilleen esimerkiksi kaivinko- neella. Vetolaitteella suoritetaan putkien yhteen liittämisen. Suurien putkien asentaminen tapahtuu käyttämällä Kona- asennuslaitetta, kuvassa 1. näkyy isojen putkien asennuksien työvaiheet. (Betoniteollisuus ry 2017, 31)



KUVA 1. Suurien putkien asennus Kona- asennuslaitteella (Betoniteollisuus ry 2017)

Tiiviysvaatimus (DN<1200) täyttyy viettoviemäriputken osalta, kun paineen alenema aloituspaikasta 10 kPa kuluva aika lopetuspaikaseen 7 kPa on sekunteina vähintään putken halkaisija millimetreinä. Viettoviemärit, joissa DN on yli 1200 mm tehdään silmämääräisesti. Jos viemäriille tehdyn tiiviyskokeen tulos ei olisi hyväksyttävä, voidaan tiiviyskoe uusia kerran. Mikäli uusintakokeessa ei saada hyväksyttävää tulosta, tulee vuotokohta paikantaa ja korjata. Uudet linjat myös videokuvataan asentamisen jälkeen, tarvittaessa viemäri huuhdellaan ennen kuvausta. (Betoniteollisuus ry 2017, 40)

EK- Järjestelmä koostuu kiintotiivistekaivoista, -putkista ja -soviteosista. Kokoluokan ollessa < 600 mm käytetään EK- putkia raudoitettuina, että raudoitamattomina. Voidaan olettaa 800 mm ja 1000 mm:n putkien olevan raudoitettuja, tietenkin käyttötarkoitus ja linjan sijainti vaikuttavat siihen. Kuvassa 2. näkyy EK- järjestelmään kuuluvat putket, kaivonosat sekä soviteosia. (Betoniteollisuus ry 2017, 85)



KUVA 2. EK- järjestelmä (Betoniteollisuus ry 2017)

2.3 Vesijohdot

Vesijohtoputkia- ja järjestelmiä rakennettaessa tulee putkien täyttää suunnitelma-asiakirjojen vaatimukset. Niiden on oltava hyvälaatuisia, kuin myös säännöllisen laadunvalvonnan piirissä olevan valmistajan putkia, laitteita, putkiyhteitä ja tarvikkeita. Standardi SFS-EN 805 määrittää tarkemmat vaatimukset itse putkijärjestelmien komponenteille. Mahdollisien laippaliitoksien tulee noudattaa standardia SFS-EN 1092. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Vesijohtoputkistot 2021.)

Suomessa käytettyjä vesijohtoputkia ovat mm. valurautaputket, eli niin sanottuja pallografiittivalurautaputkia (SG-valurautaputkia). Muoviset vesijohtoputket ovat materiaailtaan polyeteeniä (PE) tai pehmittämätöntä polyvinyylidikloridia (PVC). Teräksisten vesijohtoputkien tulee täyttää standardin SFS-EN 10220 ja SFS-EN 10217-1 vaatimukset. Sulkuventtiilit, palopostit, ilmaventtiilit ja muut tarvikkeet kuuluvat vesijohtojärjestelmään. Tarvikkeiden, kiinnikkeiden ja putkien materiaalien valinnassa tulee varmistua siitä, että korroosion syntyminen tai muut vauriot ei ole mahdollista materiaalien rajakohdissa. Valmistajan antamia ohjeita putkien, putken osien ja tarvikkeiden varastoinnista osalta tulee noudattaa. Työmaalle saapuneet tavarat tulee tarkastaa vikojen varalta heti saavuttuaan. Työmaalla putkien suojatulpat tulee pitää paikallaan asennukseen asti. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Vesijohtoputkistot 2021.)

Vesijohdon asennusalustan osalta noudatetaan InfraRYL:n lukua 18310, ellei suunnitelma-asiakirjoissa esitetä muunlaista asennusalustaa. Vesijohtoputkien muhveille tulee asennusalustaan tehdä

kolot, jotta putket eivät jää kantamaan muhvien kohdalta. Myös tarvittavat kolot kaivetaan liitosten kohdalla asennustyötä varten. Asennusalustan alle tulevat mahdolliset arinarakenteet noudattavat InfraRYL:n lukua 13300. Monesti kuitenkin samalle asennusalustalle asennetaan useita putkia, tällöin tulee materiaali kerrokselle valita niin, että vaatimukset täyttyvät jokaisen putken osalta. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Vesijohdon asennusalusta 2021.)

Vesijohtoputken asentamisen osalta noudatetaan vähintään 200 mm vapaata etäisyyttä muihin vesijohto- ja viemäriputkiin. Kaivoihin ja muihin rakenteisiin tulee olla vähintään 100 mm vapaa etäisyys, muhvin kohta pois lukien. Kuitenkin jos suunnitelma-asiakirjoissa esitetään muuta mitta, noudatetaan silloin sitä. Vesijohdon vähimmäisetäisyys muihin rakenteisiin määräytyy taulukon 1. mukaan, ellei suunnitelma-asiakirjoissa ole esitetty toisin. Vaatimuksena asennetulle putkilinjalle on, että se on suora ja liitoksissa ei ole kulmapoikkeamaa. Putkien tulee tukeutua tiivistettyyn tasauskerrokseen koko pituudeltaan. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Vesijohtoputken asentaminen 2021.)

TAULUKKO 1. Vesijohdon vähimmäisetäisyys muista rakenteista. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Vesijohtoputken asentaminen 2021.)

Rakenne	Vähimmäisetäisyys, m
kaukolämpöputki	1,0
maakaasuputki	2,5
maakaasuputki risteymissä	0,5
sähkökaapelit (suojaputkeen)	1,0
telekaapelit (suojaputkeen)	1,0
puut	2,5

Vesijohtoputkien alkutäytöt tulee tehdä helposti tiivistettävästä routimattomasta hiekasta, sorasta tai murskeesta. Jos samassa kaivannossa on useampia eri putkia, tulee alkutäytön materiaalin täyttää kaikkien putkien vaatimukset. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Vesijohtojen ja viemäriputkien alkutäytöiden materiaalit 2021.)

Seuraavat poikkeamat sallitaan valmiissa vesijohdossa: vaakatasossa sijainti saa poiketa $\pm 0,1$ m, korkeusasema saa poiketa $\pm 0,1$ m ja laitekaivojen osalta sijainti vaakatasossa, sekä korkeusasema ± 100 millimetriä. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Valmis vesijohto 2021.)

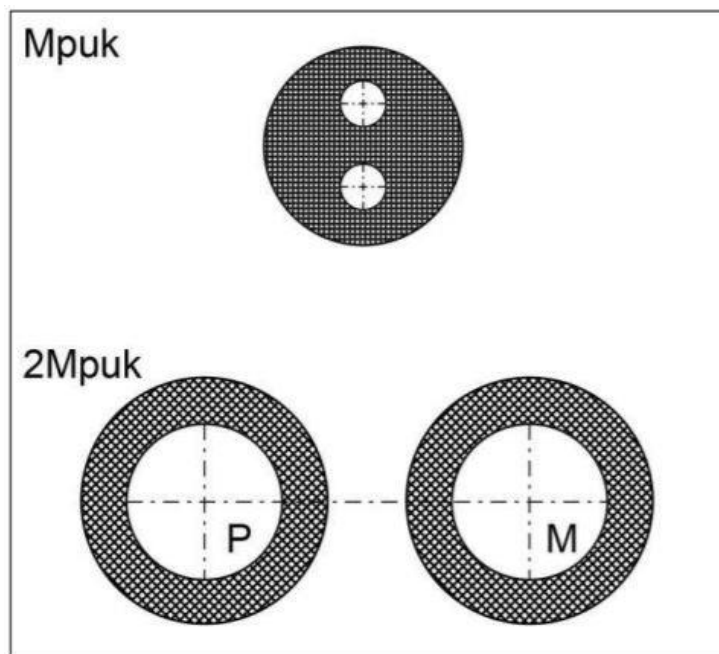
Kuitenkin vanhaa verkostoa korjattaessa tai siihen liittyessä eteen voi tulla vielä tänä päivänäkin vanhoja 1960–1980 luvulla rakennettuja asbestisementtisiä vesijohtoputkia. Asbestisementtisten, kuten esimerkiksi Himanit tyyppisten vesijohtoputkien osuus Suomen vesijohtoverkosta on alle 5 %. (Työterveyslaitos 2016, 6)

2.4 Kaukolämpöjohdot

Energiateollisuus Ry antaa suosituksia johtorakenteiden osalta, joita tulee yleisesti noudattaa. Lainsäädäntöä, jossa kaukolämpötoiminnan rakenteita, turvaetäisyyksiä, asiakasliittymien käyttöönottoa tai palvelutasoa säädeltäisiin ei ole. Kuitenkin kuten muussakin infra rakentamisessa noudatetaan työturvallisuutta, luonnonsuojelua, maankäyttöä ja kuluttajasuojaa ei kaukolämpöverkoston rakentaminen ole poikkeus. (Väylävirasto 2020, 7)

Käyttötarkoituksen perusteella kaukolämpöjohdot jaetaan siirtojohtoihin, jakelujohtoihin ja liittymisjohtoihin. Siirtojohdon virtausputken koko on DN100 ja DN800 välillä. Sen tehtävänä on johtaa lämpöä tuotantolaitokselta kaupunkiin tai jopa kokonaisuin kaupunginosiin. Lämpökatkoja ei sallita siirtojohdoille, sillä sen varrella on yleisesti aina kriittisiä asiakkaita tai lämmöstä riippuvaisia teollisuusprosesseja. Siirtojohtojen mahdollinen siirtäminen vaatisi näistä syistä merkittäviä järjestelyitä ja siksi niille pyritään löytää pysyvät paikat. Jakelujohdot, joista myös puhutaan haarajohtoina ovat kooltaan DN 40 ja DN 300 välillä. Jakelujohdot johtavat lämmön siirtojohdoista tietylle alueelle. Liittymisjohdot haaroitetaan kuluttajien lämmönjakohuoneisiin jakeluverkosta. Liittymisjohdot ovat kooltaan DN 20 ja DN100 välillä. (Väylävirasto 2020, 30)

Mpuk tyyppisessä kaukolämpöjohdossa kulkee kaksi virtausputkea eristetyn vesitiiviin muovikuoren sisällä. 2Mpuk rakenteessa on kaksi erillistä teräksistä virtausputkea, jotka on asennettu vesitiiviin muovikuoren sisään ja muovikuoren sekä virtausputken välille jäävä tila on eristetty polyuretaanilla. 2Mpuk rakenteessa on erikseen meno- ja tuloputket. (Väylävirasto 2020, 31)



KUVA 3. Käytössä olevia kaukolämpöjohtorakenteita (Väylävirasto 2020.)

Kaukolämpöjohtoverkoston rakentamisen osalta noudatetaan InfraRyl:n kohtia 34100 kaukolämpöjohdot ja Energiateollisuuden, sekä Väyläviraston yhteistyössä tekemää kaukolämpöjohdot ja maantiet ohjetta. Lisäksi tulee noudattaa liikenneväylän pitäjän antamia ohjeita. (Väylävirasto 2020, 40; InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Kaukolämpöjohtojen rakentaminen 2021.)

2.5 Maakaasuputket

Maakaasuputkien rakentamista säätelee valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. Turvatekniikan keskuksen hyväksymä asennus- ja huoltoliike saa asentaa käyttöputkiston ja siihen liittyviä kaasulaitteita. Kirjallinen todistus työn teettäjälle tulee antaa asennus yrityksen toimesta, jossa taataan maakaasuputkiston olevan säännösten mukaisia. (RT TEM-21421 Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. Suomen säädöskokoelma 2009, 1–2)

Maakaasuputkien risteytyessä muiden rakenteiden kuten johto- tai putkilinjojen kanssa maan alla, tulee vaaka- ja pystysuora etäisyys muihin rakenteisiin olla sen mittainen, että rakenteille tehtävät käyttö-, korjaus- ja kunnossapitotyöt on mahdollista suorittaa vaurioittamatta toisia rakenteita. Yhdensuuntaisasennuksissa tulee vähimmäisetäisyyden olla 1,0 m, risteämässä 0,5 m ja rinnakkaisten siirtoputkilinjojen välinen vapaaetäisyys 7,0 metriä. Kaivannon syvyys riippuu putkiston tai suojaputken peitesyvyyden, sekä perustamistavan mukaan. Kun putki on laskettu kaivantoon, tulee se merkitä keltaisella MAAKAASU-tekstin omaavalla nauhalla. (RT TEM-21421 Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. Suomen säädöskokoelma 2009, 6–9)

Maakaasuputkiston ollessa viiden metrin sisällä tehtävästä kaivutyöstä, tulee ottaa yhteyttä putkiston käyttäjään minimissään kolme työpäivää ennen kaivutyön aloittamista. Tarkan sijainnin putkistolle tulee näyttämään putkiston omistaja. Kaivuutyö tulee suunnitella ennen töihin ryhtymistä ja siinä tulee noudattaa putkiston käyttäjän tarjoamia ohjeita, sekä erityistä varovaisuutta. Maakaasuputkistoa ei saa peittää esiin kaivamisen jälkeen, ennen kuin putkiston käyttäjä on antanut peittämiselle luvan. (Suomen kaasuenergia 2021)

Kaivannon pohjan leveys maakaasujakeluputkistolle tulee olla vähintään 200 mm leveämpi kuin putken halkaisija. Kaivannon pohjan leveys siirtoputkistolle on oltava vähintään halkaisijaltaan 500 mm putkilla DN + 400 mm ja halkaisijaltaan yli 500 mm putkilla DN + 600 millimetriä. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Maakaasuputkiston alusrakenteet 2021.)

Asennusalusta maakaasuputkelle tehdään InfraRYL litteran 18310 mukaisesti ja vaatimuksena asennusalustan tasaukselle on, että se tasataan kivettömällä luonnonsoralla, murskeella tai hiekalla. Luonnonsoralle määritetty raekoko 0/32 ja murskeella 0/20. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Maakaasuputkiston asennusalusta 2021.)

Maakaasuputkiston alkutäyttö tulee tehdä heti asentamisen jälkeen, että vältetään putkiston mahdollisilta liikkeiltä ja se ei vahingoitu. Alkutäytön täytyy ulottua minimissään 0,3 metriä putken tai suojaputken yläpuolelle. Alkutäyttö materiaalina käytettäessä mursketta tulee raekoon olla 0/20. Tasalaatuaisessa alkutäyttömateriaalissa ei saa olla yksittäisiä yli 50 mm kokoisia luonnonkiviä. Lopputäyttöön käytetään usein kaivumaata, se ei kuitenkaan saa sisältää suuria kiviä (>200 mm), kantoja, risuja tai muuta vastaavaa. Alku- ja lopputäytön väliin asennettaessa suodatinkangas, voidaan lopputäyttö tehdä myös 0/150 raekokoisesta murskeesta. (InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Maakaasuputkiston täytöt 2021.)

3 POHJAOLOSUHTEET

Pohjaolosuhteiden vaikutus maarakentamisessa on merkittävä, varsinkin katualueilla rakentaessa. Kaivannot tulee pitää mahdollisimman pieninä, kuitenkin turvallisuus ja asennustyölle vaadittava tila huomioiden. Heikot pohjaolosuhteet usein varsinkin ahtaissa paikoissa pakottavat käyttämään jonkin näköistä kaivannon tuentaa, kun tarpeeksi loiva kaivannon luiskaaminen ei ole mahdollista tilan puitteissa.

3.1 Pohjamaa

Pohjamaan lujuusparametrit vaikuttavat toteutettavan kaivannon vakavuuksiin, luiskien kaltevuuksiin tai siihen voidaanko ylipäänsä kaivanto toteuttaa luiskattuna vai tarvitaanko erillistä kaivannon tuentaa. Suunnitelma-asiakirjoissa täytyy tulla ilmi varmuus pohjannousua ja sortumisia vastaan, kuitenkin kaivaessa tarkkaillaan jatkuvasti pohjasuhteiden mukaisuutta suunnitelma-asiakirjoissa esitettyihin pohjasuhteisiin. Luiskien kaltevuuksia suunniteltaessa tulee huomioon ottaa pohjamaan maalaji, sen lujuus ja minkälainen kerrosrakenne on kaivannon kohdalta. (InfraRYL 2021. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Maaleikkaukset 2021.)

Pohjamaan maaparametrien selvittämiseksi tehdään pohjatutkimuksia, pohjatutkimuksilla selvitetään geotekniset maakerrokset maaleikkaukselle. Maakerrosten tutkimista toteutetaan kahdella eri tavalla, kairaamalla ja siitä tulevien tulosten perusteella tai maanäytteiden ominaisuuksia tutkimalla laboratoriossa. Useasti tehdään molemmat tutkimukset ja niiden avulla saadaan selville pohjamaan maakerrokset, sekä geotekniset ominaisuudet. Oikeiden tutkimusmuotojen ja kairaustapojen valitsemiseksi tulee pohjarakennesuunnittelijan tehdä yhteistyötä itse tutkimuksien tekijän kanssa, jotta saadaan paras mahdollinen kuva pohjamaasta. Kallionpinta määritetään porakonekairauksella varmistuakseen, että se ei ole vain kivi tai lohkare. Jos kyseessä on vaativa suunnittelukohde tai pohjasuhteet velvoittaa tehokkaiden lujuusparametrien määrittämisen, koheesiomaista joudutaan ottamaan häiriintymätön näyte. Kohta, josta häiriintymätön näyte otetaan, määritetään muilla pohjatutkimuksilla. (Väylävirasto 35/2020, 17–21)

3.2 Pohjaveden hallinta

Kaivantoa tai maaleikkausta suunniteltaessa tulee huomioon ottaa pohjaveden vaikutus. Suotovesitarkasteluilla määritetään suotovesimäärän, pohjavedenpinnan ja pohjaveden aleneman vaikutusalueen laajuus. Kun olosuhteet ovat helpot, muun muassa homogeeninen tiivis moreeni, voidaan laajuus vaikutusalueelle arvioida kokemuseräisesti. Kaivannon tekeminen kuivatyönä on huomattavasti yksinkertaisempaa, kuin myös edullisempaa kustannuksien osalta. Pohjaveden pinnan tulisi olla vähintään 0,5...1 metriä kaivuutasen alapuolella, kuivana pidon onnistumiseksi. Rajoittavia rakenteita mm. teräsponttiseinää voidaan käyttää virtauksien rajoittamiseen. Jos odotettavissa on pohjavesiongelmiä, voidaan joutua turvautumaan pohjavesipinnan alentamiseen imuputkia käyttäen, rakennuspohjan häiriintymättömänä pysymisen vuoksi. Työnaikaiset tarkastelut tehdään alimman kaivutason määräämänä. Pohjaveden alenemisen vaikutusalueen laajuus riippuu kaivutyön kestosta ja mahdollisen alentamisen kestosta. (Väylävirasto 35/2020, 51–54)

Ympäristöhaittoja kun kaivantojen kuivana pitämisestä pohjavedenpinta alenee ovat muun muassa lähistöllä olevien rakennusten painuminen, virtausolosuhteiden muutokset, puupaaluperustusten lahoaminen, sulfaattimailla maaperän happamoituminen ja hapontuotto. (Väylävirasto 35/2020, 57)

Pohjavedenpinta sijoittuu Suomessa lähes poikkeuksetta lähelle maanpintaa ja tästä syystä kaivannot yleensä sijoittuvat pohjavesipinnan alapuolelle, tästä syystä joudutaan usein turvautumaan pohjavedenpinnan alentamiseen. Alentamisella taataan kaivannon pohjan pysyminen häiriintymättömänä. Pohjaveden alentamismenetelmää valittaessa vaikuttavat siihen maaperän rakeisuus ja vedenläpäisevyys, kuin myös kaivu syvyys. Pohjaveden alentamisen epäonnistuessa kaivannosta pumppaamalla tai pumppauskuopista, joudutaan valinta alentamistekniikalle tehdä tyhjiöpumppausmenetelmän ja syvien pumppaus kaivojen välillä. (Väylävirasto 35/2020, 63–64)

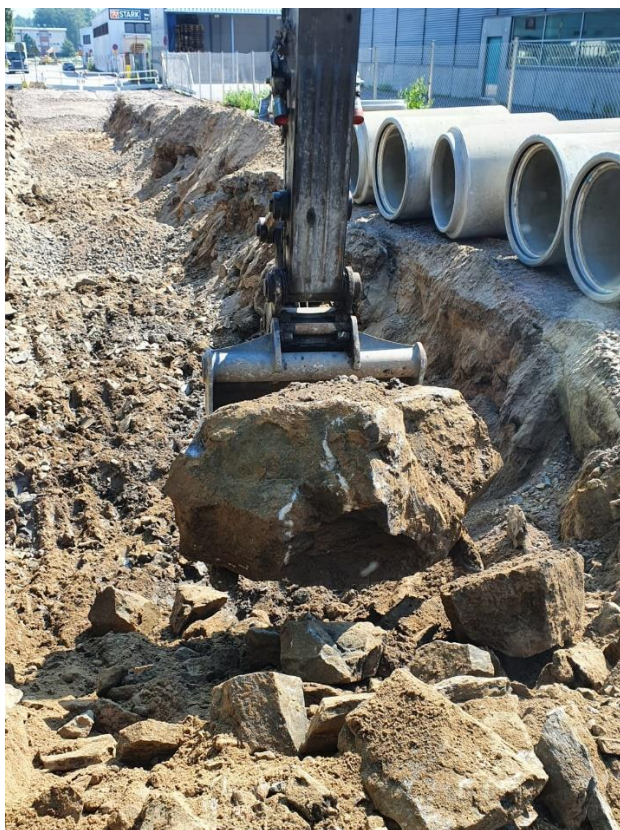
Pohjavedenpintaa seurataan hyvin vettä johtavissa pohjamaissa maahan laitetusta pohjavesiputkesta. Hienorakeisissa silttikerroksissa tai savikerroksissa ei voida pohjavedenpintaa mitata pohjavesiputkella, vaan pohjavedenpainetta mitataan huokospainemittauksella. (Väylävirasto 35/2020, 21)

4 TYÖVAIHEET KUNNALLISTEKNISETEN RISTEÄMIEN RAKENTAMISESSA

Puusepänkadun vesihuollon rakentamisen työmaalla eteen tulleet yleisimmät työvaiheet kunnallisteknisten risteämien rakentamisessa. Kunnallisteknisessä rakentamisessa, kuten yleisesti infrarakentamisessa urakoiden yksilöllisyys korostuu ja siitä syystä tässä kappaleessa asiat rajautuvat casekohteessa päädyttyihin ratkaisuihin ja työtapoihin. Työvaiheissa tullaan käsittelemään riskienhallinnan osalta eteen tulleita isoimpia huomioita.

4.1 Kaivannon tuenta

Kaivannon tuenta rajataan tässä opinnäytetyössä teräsponttiseinään, sillä se oli casekohteessa käytetty kaivannon tuentatapa. Heti ensimmäisten teräsponttien lyönnin aikana huomattiin, että pohjamaa ei ollut suunnitelma-asiakirjojen mukaista. Teräspontit eivät uponneet maahan niille suunnitelma-asiakirjoissa määriteltyyn syvyyteen. Ensimmäiseksi kaivettiin kadun rakennekerroksia pois ja sieltä tuli esiin suurta louhetta, joka esti teräsponttien etenemisen. Koekuopalla määritettiin eteen tulleiden louhekerroksen paksuus ja päädyttiin tekemään massanvaihto louhekerrokselle. Massanvaihto tehtiin 0/90 kokoisella murskeella. Massanvaihto alue ja sen tilavuus määritettiin mittamiehen toimesta, sillä kyseessä oli selkeä lisätyö. Massanvaihto tuli vaikuttamaan työaikatauluun, sillä siihen ei varauduttu alkuperäisten suunnitelmien pohjalta. Kuvassa 4. näkyy eteen tullut louhekerros, jota ei huomioitu suunnitelma-asiakirjoissa.



Kuva 4. Massanvaihto (Malin 2021)

Massanvaihdon jälkeen teräspontit saatiin lyötyä tavoitesyvyyteen. Kuitenkaan kaivantosuunnitelman mukaisesti ei ollut mahdollista toteuttaa tuentaa, sillä vaikka massanvaihto oli tehty, oli vastassa oletusti erittäin tiivistä moreenia ja teräsponttiseinän asennus tästä syystä haastavaa. Kaivantosuunnitelmassa ei myöskään oltu otettu huomioon mitenkään risteäviä rakenteita, vaan suunnitelmassa teräspontit oltiin niin sanotusti lyöty kaikkien risteävien rakenteiden läpi. Tästä syystä risteämä alueilla jouduttiin paikallisesti sopimaan yhdessä työmaan, tilaajan ja valvojan välillä miten kaivanto toteutetaan tai sen tuenta, jotta työskentely on mahdollista mutta turvallista. Risteys alueet päädyttiin rakentamaan levennettyinä avokaivantoina, lisää tietoa siitä kaivu tavoitetasoon kohdassa. Kuvassa 5. näkyy teräsponttiseinä, joka alkoi Sorvaajankadun ja Puusepänkadun risteyksestä.

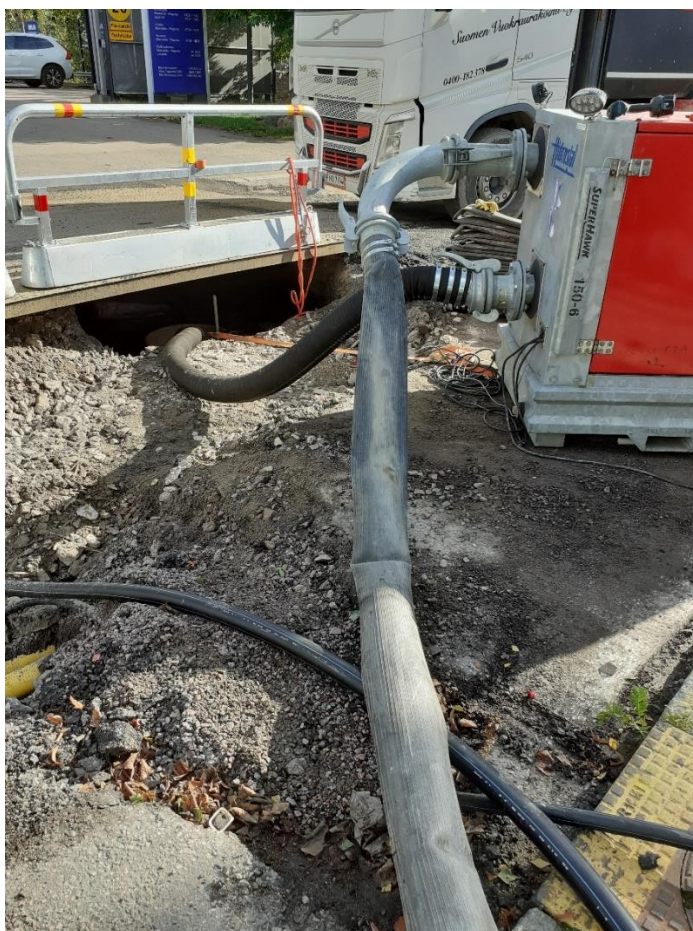


Kuva 5. Teräsponttiseinä (Malin 2021)

Riskienhallinnan osalta kyseisessä työvaiheessa pääosiksi nousee suunnitelma-asiakirjat ja onko niitä varten tehty riittävästi pohjatutkimuksia. Kuitenkin se, että risteäviä rakenteita ei ole huomioitu kaivantosuunnitelmassa ja pohjatutkimukset ovat niin vajavaiset vaikuttavat suuresti työtekniikkaan ja työvaiheiden aikataulutukseen. Nämä asiat kuitenkin pitäisi pystyä ottamaan huomioon jo urakan tarjousvaiheessa.

4.2 Jäteveden ohipumppaus

Jäteveden ohipumppaus on merkittävä työvaihe risteämäkohdissa, varsinkin kun rakennetaan uutta jätevesiviemäriä vanhan verkoston tilalle. Ohipumppaus mahdollistaa vanhan verkoston purkamisen samanaikaisesti jätevesiviemäriverkoston ollessa vielä käytössä. Ohipumppauksessa siirretään jätevesiviemäriverdet purettavan linjan ylempänä olevasta kaivosta seuraavaan alempana olevaan kaivoon, minne on tarkoitus purkaa vanha viemäriverkosto ja rakentaa uusi tilalle. Ohipumppaus suoritettiin Puusepänkadulla aliurakoitsijan toimesta Hidrostal Superhawk 150–6 tyyppisellä pumppauskalustolla. Käytetty kalusto kuvassa 6.



Kuva 6. Ohipumppauskalusto (Malin 2021)

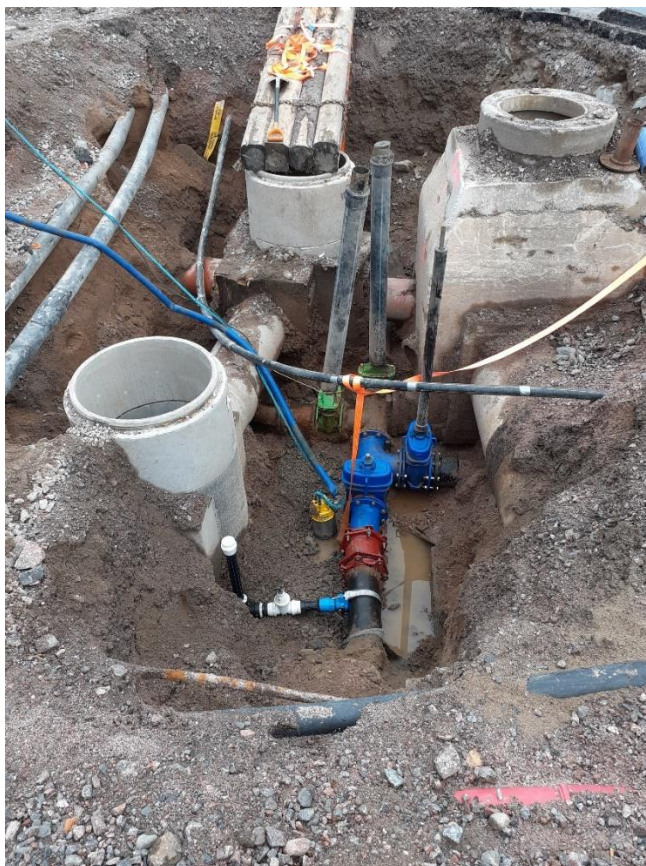
Ohipumppauksessa imupääty tiputetaan viemäriverkoston ylempään kaivoon, josta se pumpun avulla pumppaa maan pinnalla menevää tässä tapauksessa 6 tuuman letkua pitkin viemäriverdet suunniteltuun verkoston alapään kaivoon. Sieltä viemäriverdet johtuvat normaaliin tapaan verkostoa pitkin, viemäriverdet voidaan pumpata joko vanhaan verkostoon tai uuden rakennetun verkoston ollessa jo käytössä voidaan viemäriverdet pumpata uuteen verkostoon. Viemäri kaivojen sijoittuminen katualueella ajokaistalle vaikeutti pumppauskaluston imupäädyn asentamista vanhaan kaivoon, liikenteen tuli koko ohipumppauksen ajan kuitenkin päästä risteyksestä kulkemaan. Puusepänkadulla päädyttiin käyttämään ajosiltoja, vanhasta kaivosta nostettiin korokerenkaita pois ja näin saatiin tilaa imupäädyn ja letkun sijoittamiselle ajosillan alle. Pumpusta alemmalle kaivolle kulkeva letku kulki

reunakiven mukaisesti ja tonttiliittymien kohdilta letku laitettiin kulkemaan teräspontin alla ja päälle levitettiin asfalttikylmämassaa. Näin autot pääsivät kulkemaan ohipumpausletkun ylitse kiinteistöjen pihoihin.

Riskienhallinnan osalta ohipumpauksessa tulisi keskittyä sen ennalta suunnitteluun. Virtausmäärien selvittäminen ennen kaluston paikalle tuontia, pumpun tehon riittämisen varmistamiseksi. Ohipumpaus aiheuttaa kustannuksia ja ohipumpaus aika tulisi minimoida. Ohipumpauskaluston sijoittaminen varsinkin katualueilla aiheuttaa haittaa kulkijoille ja tulee muutenkin aidata tarpeellisesti. Ohipumpauskalusto myös vaatii ympärivuorokautista valvontaa. Tästä syystä myös sen minimointi on tarpeellista. Varasuunnitelma mahdolliselle kaluston rikkoontumiselle tulisi olla tehtynä ennen ohipumpauksen aloittamista.

4.3 Väliaikainen vedenjakelu

Uutta vesijohtoverkostoa rakentaessa vanhan tilalle, tulee verkoston varrella oleville kiinteistöille järjestää puhtaan veden saanti. Väliaikainen vedenjakelu rakennettiin Puusepänkadulle niin, että HSY teki satulaliitoksen Kirvesmiehenkadulla sijaitsevaan vesijohdon runkolinjaan ja sieltä johdettiin 63 mm PE-putkella vesi kiinteistöille, joilta muuten vanhaa vesijohtoverkostoa purettaessa loppuisi puhtaan veden saanti. Kuvassa 7. näkyy HSY:n tekemä satulaliitos Kirvesmiehenkatua pitkin kulkevaan runkovesijohtoon, josta otettiin väliaikainen vedenjakelu kiinteistöille.



Kuva 7. Satulaliitos (Malin 2021)

Väliaikaisen vedenjakelun putkisto huuhdeltiin HSY:n toimesta ja kun määritelty huuhtelu-aika oli tullut täyteen, otettiin siitä vesinäytteet ja ne toimitettiin laboratorioon testattavaksi. Huuhtelun aloittamisesta laboratorio testien tuloksien saapumiseen kesti noin neljä vuorokautta. Testi tuloksien ollessa hyväksytyt, voitiin kiinteistöt liittää väliaikaisen vedenjakelun verkostoon. Kun kiinteistöille oli taattu veden tulo, voitiin vanhaa vesijohtoverkostoa alkaa purkamaan. Purkamisen aloitettiin, kun HSY oli sulkenut purettavalle linjalle johtavat lähimmät venttiilit. Venttiilien ollessa suljettuna ja vanha linja purettu pois, aloitettiin uuden vesijohtorunkolinjan rakentaminen. Suunnitelma-asiakirjoissa oli selkeästi esitetty, miten väliaikainen vedenjakelu tulee tehdä ja vedenjakelu myös toteutettiin suunnitelmien mukaan.

Riskienhallinnan pääperiaatteina väliaikaisessa vedenjakelussa tuli esiin putkiston kulkiessa maanpinnalla, että se sijoitetaan mahdollisimman suojaisaan paikkaan. Esimerkiksi kadun reunakiven viereen kulkemaan, kiinteistöjen liittymien kohdilta putki suojattiin niin, että oli mahdollista ajaa autolla putken yli. Jos putkistoon tulisi reikä, jouduttaisiin se todennäköisesti uudelleen huuhtelemaan ja se vaikuttaisi työmaan aikatauluun. Maan päällä kulkevaa väliaikaista vedenjakelua ei ole mahdollista toteuttaa talvella rakennettaessa, sillä vesi jäätyisi. Huuhteluun ja testituloksien saamisen on täytynyt varata aikaa, mielellään varmemman puolelle.

4.4 Kaivuu tavoitesyvyyteen

Kaivantosuunnitelman edellyttämällä tavalla kaivaminen risteämäalueilla ei ollut mahdollista, sillä kaivantosuunnitelmassa ei oltu mitenkään otettu huomioon risteys alueilla risteävää käytössä olevaa tekniikkaa. Kuten kaivannon tuenta kohdassa todettiin, ei teräsponttiseinän toteuttaminen ollut mahdollista ja siitä johtuen jouduttiin sopimaan vaihtoehtoinen tapa suorittaa kaivuu risteysalueella. Paikallisesti sopimalla tilaajan ja valvojan kanssa päädyttiin kaivannot risteysalueilla tekemään levennettyinä avokaivantoina.

Levennettyinä avokaivantona tekeminen vaikutti suuresti kaivannon kokoon ja siitä syntyneisiin maamassamääriin. Kunnallisteknisten risteämien sijoittuessa myös kadun liittymäalueille, ei avokaivantoa voinut levittää kovin laajaksi, vaan se tuli pitää mahdollisimman pienenä. Kuitenkin sen kokoisena, että asennukset voitiin tehdä turvallisesti. Risteysalue kuitenkin pidettiin vähintään osin liikennöitynä koko työn ajan. Puutteellisista pohjatutkimuksista johtuen, ei ennakkoon oltu varauduttu kaivamisen osalta esiin tulleisiin isoihin kiviin.

Risteävän tekniikan kannakointi kaivuun aikana aiheutti jatkuvasti erilaisia ongelmia. Esimerkiksi sähkö- ja telejohtojen ollessa kaivualueen edessä tuettiin ne laittamalla kaivannon päälle poikittain kannake. Kannake toimi teräspontin palanen, johon kiristysliinan avulla köytettiin johdot roikkuun. Kannake ei kuitenkaan saanut jäädä itse kaivuu työtä suuresti häiritsemään ja sille pyrittiin löytämään pysyvä paikka kaivuun työn ajaksi.

Risteysalueilla oli risteävää tekniikkaa paljon ja tiheästi, minkä takia kaivaminen Puusepänkadun ja Kirvesmiehenkadun risteykseen asennettavalle jätevesiviemäri kaivolle oli erittäin aikaa vievää ja haastavaa. Risteyksessä päädyttiin käyttämään imukaivuuta. Imukaivuun hyötyinä esiin nousi ahtaisiin väleihin pääseminen imuputkella ja maa-ainesta voitiin imeä letkun avulla imukaivuu auton säiliöön. Kun imukaivua käytettäessä vastaan tuli tiivistä maa-ainesta, kuten kiviä sisältävää moreenia,

ei imukaivuu auton letku jaksanut enää imeä maa-ainesta irti kaivannosta, vaan maa-aineksen irtoamista autettiin autossa tulleen korkeapaineisella avulla. Näin saatiin maa-aines ”puhallettua” irti ja imettyä imukaivuu auton säiliöön. Säiliön tyhjentämiseen ei tarvittu erillisiä koneita vaan se onnistui samalla tavalla kuin normaalin kuorma-auton tyhjentäminen.

Puusepänkadun ja Sorvaajankadun risteyksessä kaivannon toteutusta hankaloitti siinä kulkeva himaniitti runkovesijohto, himaniittiputkea ei saanut kaivaa paineellisena edes esiin. Himaniittiputken venttiilien sulkemisessa kesti noin kaksi viikkoa ja silti venttiilit eivät pitäneet täydellisesti. Kaivantoon jouduttiin tekemään pumppausmontut. Venttiin vuotaessa vettä maltillisesti saatiin kaivanto tehtyä. Tämäkin risteys kohta jouduttiin toteuttamaan levennettynä avokaivantona risteävien tekniikoiden takia.



Kuva 8. Himaniittiputkikaivanto (Malin 2021)

Kuvassa 9. näkyy oikeassa yläkulmassa kaivinkoneessa käytetty ”kauha”. Kauha oltiin tehty teräsponttiseinän palasesta, johon oltiin kiinnitetty kauhan pyörittäjään sopiva pikakiinnike. Tällä pystyttiin kaivamaan ahtaimmat paikat risteävien rakenteiden välistä ja ympäriltä. Kuvasta näkyy myös paineettomana esiin kaivettu himaniitti vesijohtorunkolinja, sekä sen vuotavasta venttiilistä johtuva vesi. Vettä pumpattiin pois kaivannosta koko työn ajan.

Riskienhallinnan osalta tässä työvaiheessa esiin nousee risteävän tekniikan varominen kaivua suoritettaessa, imukaivuu oli erittäin varteenotettava vaihtoehto. Imukaivuuun kompastuskiviksi kuitenkin

tulee sen sopimattomuus kaikille maa-aineksille. Puutteelliset pohjatutkimukset tulevat tässäkin työvaiheessa riskienhallinnan kannalta olennaisiksi tekijöiksi, koska esiin tulleet suuret lohkarit vaikeutti entisestään kaivuun suorittamista. Aikataulullinen varautuminen muun muassa esiin kaivettavan putken venttiilien pitävyyden ollessa kyseenalaista.

4.5 Asennusalustojen rakentaminen putkille ja kaivoille

Asennusalustat putkille ja kaivoille tehtiin suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Asennusalustojen rakentaminen risteämien kohdilla putkille ja kaivoille ei eronnut suuresti normaalista infrarakentamisesta. Kaivannon pohjalle asennettiin N3 tyyppinen suodatinkangas. Suodatinkankaan päälle 300 mm paksuinen kiviainesarina, materiaalina KaM 0...32 mm. Kiviainesarina tiivistettiin 500 kg maantivistäjällä. Tiivistämisen jälkeen tehtiin putkelle vaadittava 150 millimetrin paksuinen asennusalusta hienommasta 0...16 millimetrisestä kalliomurskeesta. Risteymä alueilla ei esiintynyt kalliota, kuitenkin kallion päälle putket perustaessa olisi riittänyt 0...16 mm kalliomurskeesta 150 millimetrin paksuinen asennusalusta. Asennusalusta tiivistettiin vielä ennen putkien asennusta. Asennusalustojen tiivyyttä tarkkailtiin Loadman- kokeilla InfraRYL kohdan 18310.5 mukaan. Loadmanin toiminnan perusteessa tiiviyssuhteeseen, tehtiin kokeita asennusalustan osalta 20 metrin välein. Asennusalustoiden määrävänä tekniikkana oli 1000 mm Jätevesiviemärit ja siihen liittyvät kaivot.

TAULUKKO 2. Asennusalustan Loadman- testitulokset Paaluluvulta 105 (Malin 2021)

Mittaus	E	mm
1.	47	3,4
2.	71	2,25
3.	77	2,09
4.	74	2,15
4.	78	2,04
6.	73	2,19
7.	71	2,24
Tiiviyssuhde		1,51

Tiiviyksvaatimusten täyttäminen ei ollut ongelma, esimerkiksi yllä olevassa taulukko 2. tiiviyssuhteeksi tuli 1,51, kun vähimmäisvaatimus InfraRYL:n mukaan tiiviyssuhteen on oltava keskimäärin alle 2,8.

Riskienhallinnan osalta asennusalustojen rakentamisessa risteymä alueilla tulee varmistaa riittävä asennusalustojen tiivistäminen. Muut risteävät tekniikat kuten sähköjohdot aiheuttavat haasteita asennusalustojen tiivistämiseen. Suunnitelma-asiakirjojen noudattaminen ja tiiviykskokeiden tekeminen varmistaa asennusalustoiden laadun.

4.6 Putkien ja kaivojen asennusta

Putkien ja kaivojen osalta risteymä alueilla haasteina olivat risteävät tekniikat. Vaadittiin työtekniistä suunnittelua, jotta putket saatiin nostettua paikoilleen muun muassa käytössä olevien kaukolämpöputkien alle. Puusepänkadulle rakennettu jätevesiviemäri alittaa useita eri rakenteita, näistä haastavin alitus tapahtui Puusepänkadun ja Sorvaajankadun liittymässä. Kyseisessä liittymässä jätevesiviemäri olisi mennyt suoraan Sorvaajankatua pitkin menevän himaniitti runkovesijohdon lävitse. Vesijohtoa purettiin pois osuus risteuksen kohdalta ja rakennettiin Puusepänkatua pitkin menevä uusi jätevesiviemäri. Vesijohdolle rakennettiin jätevesiviemäriin ylitys ja vanhaan asbestisementtiseen Himaniit putkeen liitettiin vetoa kestävämmillä toleranssijatkoliittimillä. Jätevesiviemäriin ylitys rakennettiin 600 mm kokoisella SG putkella, neljällä kulmayhteellä ja laipallisella jatkoliittimellä.



Kuva 9. Jätevesiviemäriin ylitys (Malin 2021)

Samassa risteyksessä rakennettiin myös pienemmälle 125 mm kokoiselle jakeluvesijohdolle jätevesiviemäriin ylitys. Risteuksen kohdalle asennettiin aluksi Puusepänkatua pitkin menevän jätevesiviemäriin putken palaset, jotka myöhemmin liitettiin rakennettuun linjaan. Jätevesiviemäriputken ollessa paikallaan rakennettiin ylitykset jakeluvesijohdolle, ja runkovesijohdolle. Jakeluvesijohdon

ristikon osat kasattiin ennakkoon, näin pystyttiin niiden asentaminen tehdä mahdollisimman tehokkaasti kaivannon ollessa auki. Runkovesijohdolle ei ollut tarkkaa korkotietoa, eli ei tiedetty ennalta liittymiskorkoa. Tästä syystä ei ollut mahdollista rakentaa osuutta valmiiksi maan pinnalla. Eikä runkovesijohdon osien valmiiksi kasaaminen olisi myöskään ollut viisasta niiden painavuuden takia. Olisi ollut erittäin haastavaa käsitellä suurta yhtenäistä osaa. Kuvassa 11. näkyy ennalta kasatut jakeluvesijohdon ristikot.



Kuva 10. Jakeluvesijohdon ristikot (Malin 2021)

Jätevesiviemäreiden kaivot nostettiin ja asennettiin paikoilleen kaivojen valmistajan tarjoamalla nostolaitteella. Viemäriputket liitettiin kaivoihin teoria osuudessa esitetyllä Kona- asennuslaitteella. Osuus Hulevesiviemäriä rakennettiin myös paaluvälillä 0...150, hulevesiviemäri oli 400 mm halkaisijaltaan olevaa betoniputkea. Pienemmät putket nostettiin paikoilleen putkisaksilla ja liitettiin toisiinsa vetolaitteella. Betoniputkien valmistajan tarjoama asennusrasva oli vääränlaista ja sen toimimattomuus korostui pienien putkien kohdalla. Reklamoituamme asiasta valmistajalle, saimme erilaista asennusrasvaa ja putkien asennus helpottui huomattavasti. Kuvassa 12. näkyy jätevesiviemäriin, hulevesiviemäriin ja vesijohdon asennusta Kirvesmiehenkadun risteyksestä eteenpäin.



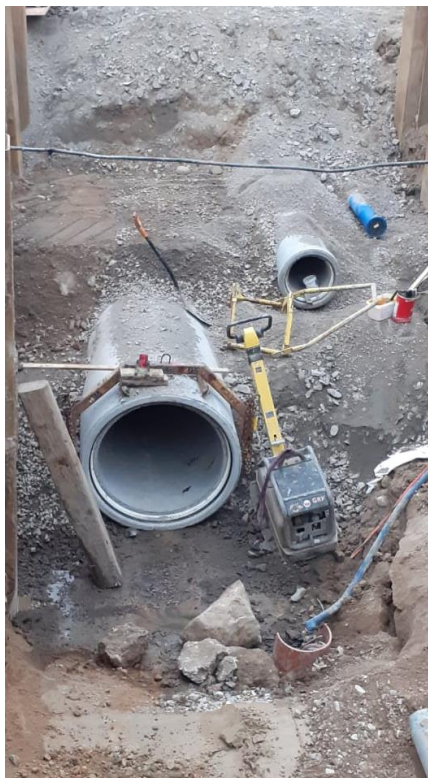
Kuva 11. Hule- ja jätevesiviemärin asennusta (Malin 2021)

Riskienhallinnan osalta kyseisessä työvaiheessa korostuu varmuus putkien, putken osien ja kaivojen oikeellisuudesta ennen työn aloittamista. Painavien kaivojen tai putkien nostotyössä turvallisen työtavan noudattaminen. Vesijohtoputkia purettaessa venttiilien pitävyys, vanhojen putkien kohdalla varsinkin varmuus venttiilien pitävyydestä täytyy tietää ennen työn aloittamista. Venttiilien toimimattomuus aiheuttaa aikataulullisia myöhästyksiä, jos työn tekeminen ei ole mahdollista venttiilin vuotessa.

4.7 Täyttö

Kaivantojen täytöt risteymä alueilla eivät poikenneet merkittävästi muusta kunnallisteknisestä rakentamisesta. Täytöt tehtiin suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Alkutäyttö tehtiin 0...16 mm kalliomurskeesta ja se ulotettiin putken selkään asti. Lopputäyttö ulottui putken selästä kadun päällysrakenteen alimpaan kerrokseen asti ja lopputäyttö tehtiin 0...90 mm kalliomurskeesta. Alku-, sekä lopputäyttö tiivistettiin 300 millimetrin kerroksissa. Sorvaajankadun ja Puusepänkadun risteyksessä tehtiin vaahtolasimurskeella täyttö, joka toimii kevennysrakenteena ja edesauttaa välttämään jätevesiviemärille aiheutuvaa painumista.

Kuvassa 13. Näkyy Puusepäkatua pitkin menevien putkien täyttö rakenteita.

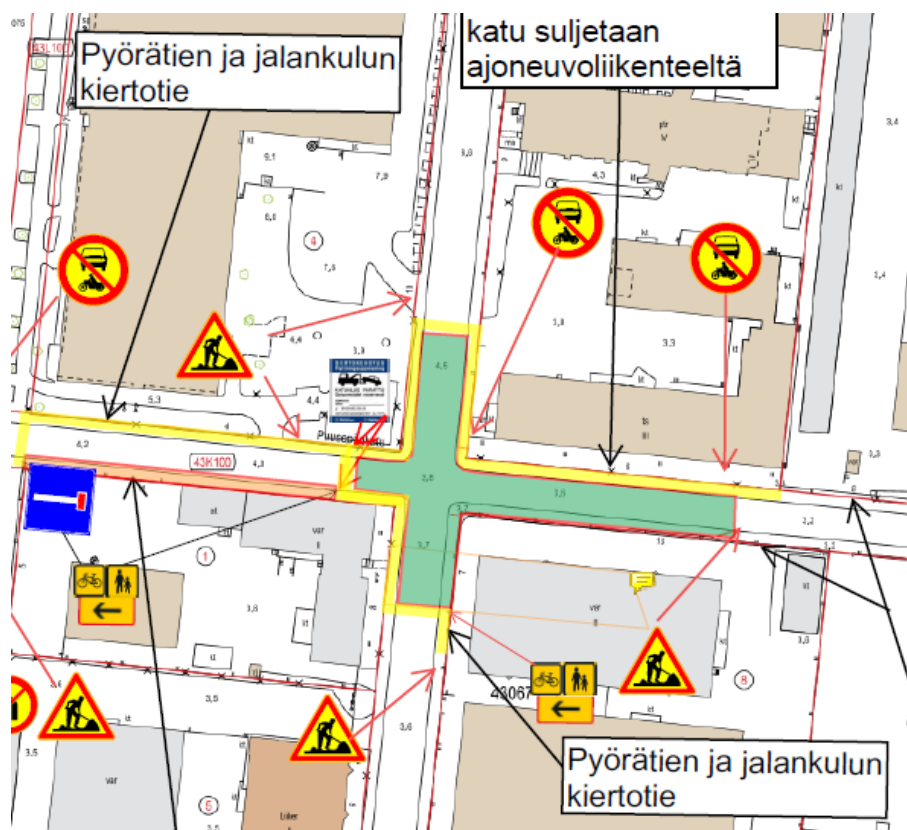


Kuva 12. Täytöt Puusepänkadulla (Malin 2021)

Täyttöjen osalta riskienhallinnan pääpiirteiksi nousivat laadun tarkkailu. Täytöt tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaan ja tehdään silmämääräistä tarkkailua materiaaleista työn aikana. Töiden aikana monesti nousi esiin toimitettujen maa-ainesten liiallinen hienoaineksen osuus, varsinkin käytettäessä 0...90 mm materiaalia. Materiaalien toimittajille reklamoiitiin asiasta, jolloin hienoaineksen määrä alkoi vähentymään.

4.8 Liikennejärjestelyt risteysalueilla

Alueen liikennejärjestelyt tehtiin sitä mukaan, kun työt eteni. Työmaa sijaitsi teollisuusalueella ja liikennejärjestelyissä tuli huomioida kiinteistöille menevä rahtiliikenne. Liikennejärjestelyitä päivitettiin useasti työvaiheisiin sopiviksi. Hyvin toteutetut liikennejärjestelyt ovat tärkeitä turvallisen työn toteuttamiseksi. Liikennejärjestelyissä pyrittiin selkeyteen, kuitenkin risteys alueilla työskennellessä oli työn suorittamiseksi suljettava liikenteeltä kokonaan alueita. Kevyenliikenteenväylät pyrittiin kuitenkin järjestämään aina niin, että kiertotiet eivät olleet huomattavan paljon pidempiä kuin alkupe-
räiset reitit. Liikennejärjestelyt hyväksyttiin valvojalla aina ennen käyttöönottoa ja muutokset tehtiin hiljaisen liikenteen aikoihin, että välttyttäisiin liikenteen seassa työskentelyltä.



Kuva 13. Ote liikenteenohjaussuunnitelmasta (Malin 2021)

Kuvassa 14. näkyy kuinka Sorvaajankadun ja Puusepänkadun risteyksessä toteutettiin kevyenliikenteen kulku. Viereisille kiinteistöille ilmoitettiin hyvissä ajoin risteuksen sulkemisesta liikenteeltä. Sorvaajankadulla sijaitsevan paloaseman päällikön kanssa neuvoteltiin työmaapäällikön toimesta, että suljettu risteys ei aiheuttanut haittaa heille ja he olivat hyvin tietoisia risteuksen suljettuna olemisesta. Puusepän- ja Sorvaajankadun kumpaakin päätyyn oltiin laitettu liikennemerkit ilmoittamaan risteuksen suljettuna olemisesta.

Riskienhallinnan osalta liikennejärjestelyissä korostuu turvallisen työn järjestäminen, työn tekemisen täytyy olla turvallista itse tekijälle ja liikenteelle. Jalankulkijat, pyöräilijät ja moottoriajoneuvot tulee selkein aitauksin ja liikennemerkein erottaa työalueesta. Viereisten kiinteistöjen ajan tasalla pitäminen liikennejärjestelyiden osalta korostuu varsinkin teollisuusalueella rahtiliikenteen johdosta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa käsitellään kaikki 4. luvun kunnallisteknisten risteämien rakentamisen työvaiheissa esille tulleet keskeiset riski-, laatu-, aikataulu-, sekä kustannusasiat. Esille tulleet keskeiset asiat koottuna näkyvät alla olevassa taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Johtopäätökset (Malin 2021)

Työvaiheen huomiot	Riskit	Laatu	Aikataulu	Kustannus
Kaivannon tuenta	Toteuttamiskelvottomuus & puutteelliset pohjatutkimukset	Suunnitelmien mukaisesti	Työmaan viivästyminen puutteellisten suunnitelmien johdosta	Eri tuenta = eri kustannus
Jäteveden ohipumppaus	Laite rikko & veden virtausmäärien vaihtelu	Suunnitelmien mukaisesti	Ohipumppauksen minimointi ajallisesti	minimointi = kustannus säästöjä
Väliaikainen vedenjakelu	Putkiston rikkoutuminen = desinfiointi	Suunnitelmien mukaisesti	Desinfiointin huomioon ottaminen käyttöönotossa	Putkirikko = uudelleen desinfiointi
Kaivuu tavoitesyvyyteen	Risteävän tekniikan varominen & puutteelliset pohjatutkimukset	Työturvallisesti & Suunnitelmien mukaisesti	Risteävän tekniikan aiheuttamat haasteet kaivamisessa	Olisiko imukaivuu kannattava?
Asennusalojen rakentaminen	Riittävä tiivistäminen risteävän tekniikan haitatessa	Tiiveyden varmistaminen kokein	Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa	Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa
Putkien ja kaivojen asennus	Putkien ja osien sopivuuden varmistaminen hyvissä ajoin ennen asennustyön aloittamista & Turvalliset nostot asiaan kuuluvilla välineillä	Suunnitelmien ja materiaalien toimittajien mukaisesti	Väärät putken osat = risteysalue työn suunniteltua pidempi kesto	Väärät putken osat = ylimääräisiä kustannuksia
Täyttö	Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa	Suunnitelmien mukaisesti & silmämääräinen materiaalin laaduntarkkailu työn aikana	Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa	Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa
Liikennejärjestelyt risteysalueilla	Liikenteen ja jalankulkijoiden eristäminen työalueesta	Suunnitelmien mukaisesti	Mahdollisen rahtiliikenteen kiinteistöjen laitureille pääsy	Mahdolliset sakko vaatimukset viereisiltä kiinteistöjen omistajilta liiallisen rahtiliikennehaitan johdosta

Näissä johtopäätöksissä tulee kuitenkin huomioida, että jokainen työmaa ja siihen liittyvät työvaiheet voivat poiketa toisistaan. Kuitenkin nämä toimivat hyvinä suunnannäyttäjinä kunnallisteknisten risteämien rakentamisen osalta.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Infrarakentamisessa ja kunnallisteknisessä rakentamisessa urakoiden yksilöllisyyden takia suorien johtopäätösten tekeminen tämän opinnäytetyön perusteella on mahdotonta, kuitenkin riskienhallinnan osalta jokaisessa työvaiheessa korostui laadukas suunnittelu, suunnittelun laajuus ja varsinkin riittävät pohjatutkimukset. Työvaiheissa myös muiden epätavallisten työtekniikoiden testaaminen ja niiden jatkokäyttö tulevaisuudessa, mm. imukaivuun käyttäminen on osa opinnäytetyössä saatuja tuloksia.

Tavoitteena tällä opinnäytetyöllä oli tarjota aloittaville työnjohtajille ja tarjousvaiheeseen ohjekortti, jolla huomioida risteämien kohdat kunnallisteknisessä rakentamisessa. Varsinkin risteämien kohdalla risteävän tekniikan aiheuttama työn teon vaikeuttaminen ja siitä johtuva aikataulullinen haitta. Jos tämä opinnäytetyö auttaa aloittelevaa työnjohtajaa hahmottamaan aikataulullisen ja työtekniisen tilanteen risteymään tullessa, on mielestäni opinnäytetyössä asetettu tavoite täyttynyt.

Aiempaan tutkimukseen peilaaminen ei ole suoraan mahdollista, sillä tutkimuksia missä keskitytään juuri risteymä alueilla tapahtuvaan rakentamiseen ei ole. Kuitenkin muihin kunnallistekniikan rakentamiseen perustuneisiin tutkimuksiin peilattaessa korostui niissä myös suunnittelun ja lähtötietojen oikeellisuus.

Tämän opinnäytetyön tekeminen opetti minua laajasti kunnallisteknisestä rakentamisesta, niin risteymä alueilla kuin muutenkin. Opin paljon vaihtoehtoisia työtekniikoita ja toimintatapoja, joita voin tulevaisuudessa hyödyntää omalla työurallani. Jatkotutkimuksen kannalta tarvittaisiin enemmän käytännön tietoa ja sitä kautta tuloksia muista risteymä alueiden rakentamisen kohteista. Niin voitaisiin ristiin verrata saatuja tuloksia, hyväksi koettuja toimintatapoja ja käytettyjä työtekniikoita.

LÄHTEET

Betoniteollisuus ry 2017. Betoniset viemäri- ja hulevesijärjestelmät 2017. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2017. https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/04/Betoniset_viemari_ja_hulevesijarjestelmat.pdf. Viitattu 25.11.2021.

Betoniteollisuus ry 2017. EK- järjestelmä. Valokuva. https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/04/Betoniset_viemari_ja_hulevesijarjestelmat.pdf. Viitattu 25.11.2021.

Betoniteollisuus ry 2017. Suurienputkien asennus Kona- asennuslaitteella. Valokuva. https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/04/Betoniset_viemari_ja_hulevesijarjestelmat.pdf. Viitattu 25.11.2021.

GRK 2021. Konserni. Verkojulkaisu. <https://www.grk.fi/>. Viitattu 20.11.2021.

InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Alkutäytöt 2021. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/ryl/InfraRYL/2021_1/18300.html#TL18300id7691510. Viitattu 5.12.2021.

InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Kaapelikaivannot ja -urat 2021. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/ryl/InfraRYL/2021_1/16200.html#TL16252id1674611. Viitattu 21.11.2021.

InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Kaukolämpöjohdot 2021. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/ryl/InfraRYL/2021_1/34000.html#TL34000id2170659. Viitattu 6.12.2021.

InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Maakaasuputkisto 2021. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/ryl/InfraRYL/2021_1/34000.html#TL34000id2170659. Viitattu 7.12.2021.

InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Maaleikkaukset 2021. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/ryl/InfraRYL/2021_1/16100.html#TL16100id846429. Viitattu 13.12.2021.

InfraRYL 2021 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Vesijohdot 2021. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/ryl/InfraRYL/2021_1/31000.html#TL31300id1555623. Viitattu 3.12.2021.

Liikennevirasto 2018. Sähkö- ja telejohdot ja maantiet 2018. Pdf-tiedosto. Julkaistu 23.10.2018. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-03_sahko_telejohdot_web.pdf. Viitattu 21.11.2021.

Malin Valtteri 2021. Himaniittiputkikaivanto. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Hule- ja jätevesiviemärin asennusta. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Imukaivuu. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Jakeluvesijohdon ristikot. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Jätevesiviemärin ylitys. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Massanvaihto. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Ohipumppauskalusto. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Ote liikenteenohjaussuunnitelmasta. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Teräsponttiseinä. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

Malin Valtteri 2021. Täytöt Puusepänkadulla. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Helsinki.

RT TEM-21421 Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. Suomen säädöskoelma 2009. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortit/RT%20TEM-21421>. Viitattu 7.12.2021.

Suomen kaasuenergia 2021. Työskentelyohjeet. Verkkajulkaisu. <https://suomenkaasuenergia.fi/tie-toa-kaasunjakelusta/tyoskentelyohjeet/>. Viitattu 9.12.2021.

Työterveyslaitos 2016. Asbesti rakennusmateriaaleissa 2016. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2016. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/11/asbesti-rakennusmateriaaleissa.pdf>. Viitattu 7.12.2021.

Uponor 2009. Yhdyskuntatekniikan käsikirja. Verkkajulkaisu. Materiaalit ja käyttöiät. <https://www.uponor.com/fi-fi/search-page?query=yhdyskuntatekniikan%20k%C3%A4sikirja&page=2>. Viitattu 25.11.2021.

Väylävirasto 2020. Kaukolämpöjohdot ja maantiet 2020. Pdf-tiedosto. Julkaistu 17.12.2020. https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-54_kaukolampojohdot_maantiet_web.pdf. Viitattu 5.12.2021.

Väylävirasto 2020. Käytössä olevia kaukolämpörakenteita. Valokuva. https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-54_kaukolampojohdot_maantiet_web.pdf. Viitattu 5.12.2021.

Väylävirasto 35/2020. Tie- ja rataleikkausten suunnitteluohje. Pdf-tiedosto. Julkaistu 15.09.2020. https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-35_tie_rataleikkausten_suunnitteluohje_web.pdf. Viitattu 13.12.2021.

LIITE 1: OHJEKORTTI KUNNALLISTEKNISTEN RISTEÄMIEN RAKENTAMISEEN



GRK

2021

OHJEKORTTI.
Kunnallisteknisten risteämien
rakentaminen

Valteri Malin
GRK Infra Oy
22.12.2021



Johdanto

Tämä ohjekortti on koottu kunnallisteknisten risteämien rakentamisen opinnäytetyöstä ja kattaa yleisimpien kunnallisteknisten risteämien rakentamisen työvaiheissa huomioon otettavat Riski-, Laatu-, Aikataulu- ja Kustannusasiat. Kunnallisteknisessä rakentamisessa, sekä infrarakentamisessa töiden yksilöllisyys korostuu ja näin ollen tulee ohjekorttia käsitellä suuntaa antavana.

Sisällysluettelo

Kaivannon tuenta	2
Jäteveden ohipumppaus	2
Väliaikainen vedenjakelu	2
Kaivuu tavoitesyvyyteen	3
Asennusalustojen rakentaminen	3
Putkien ja kaivojen asennus	3
Täyttö	4
Liikennejärjestelyt risteysalueilla	4



Kaivannon tuenta

Työvaiheen huomiot	
Riskit	-Toteutuskelvoton kaivantosuunnitelma (onko risteävät rakenteet huomioitu) -Puutteelliset pohjatutkimukset (teräsponnien / muun mahdollisen tuentatavan uppoaminen maaperään)
Laatu	-Suunnitelmien mukaisesti (jos mahdotonta, yhteys tilaajaan, sekä valvojaan ja sopiminen vaihtoehtoisesta tuennasta)
Aikataulu	-Työmaan viivästyminen puutteellisten suunnitelmien johdosta (Suunnitelma tuennan osalta ei mahdollista toteuttaa käytännössä)
Kustannus	-Tuenta tyyppien kustannus erot

Jäteveden ohipumppaus

Työvaiheen huomiot	
Riskit	-Suunnitelmien paikkaansa pitävyys jäteveden virtausmäärien vaihtelun osalta -Ohipumppaus pumpun laite rikko
Laatu	-Suunnitelmien mukaisesti
Aikataulu	-Ohipumppaus aika pyritään minimoimaan kustannusten kannalta (suunnittelun tärkeys)
Kustannus	-Vähemmän ohipumppaus aikaa = kustannus säästöjä

Väliaikainen vedenjakelu

Työvaiheen huomiot	
Riskit	-Väliaikaisen vedenjakelun putkiston rikkoutuminen = korjaustoimenpiteet ja ylimääräinen desinfiointi
Laatu	-Suunnitelmien mukaisesti
Aikataulu	-Desinfiointin ja näytteenoton tuloksien huomioiminen ajallisesti käyttöönotossa
Kustannus	-Väliaikaisen vedenjakelun putkiston rikkoutuminen = uudelleen desinfiointi ja työn keskeytyminen



Kaivuu tavoitesyvyteen

Työvaiheen huomiot	
Riskit	-Risteävän tekniikan varominen -Puutteelliset pohjatutkimukset
Laatu	-Suunnitelmien mukaisesti -Työturvallisesti
Aikataulu	-Risteävän tekniikan aiheuttamat haasteet kaivamisessa
Kustannus	-Onko risteävä tekniikka niin tiheästi, että imukaivuu olisi kannattavaa?

Asennusalustojen rakentaminen

Työvaiheen huomiot	
Riskit	-Riittävä asennusalustojen tiivistäminen risteävän tekniikan haitatessa
Laatu	-Tiiveyden varmistaminen kokein (Loadman / Levykuormituskoe)
Aikataulu	-Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa
Kustannus	-Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa

Putkien ja kaivojen asennus

Työvaiheen huomiot	
Riskit	-Putkien ja osien sopivuuden varmistaminen hyvissä ajoin ennen asennustyön aloittamista risteämä alueella -Turvalliset nostot asiaan kuuluvilla välineillä
Laatu	-Suunnitelmien ja materiaalien toimittajien mukaisesti
Aikataulu	-Väärät putken osat = risteysalue työn suunniteltua pidempi kesto
Kustannus	-Väärät putken osat = ylimääräisiä kustannuksia



Täyttö

Työvaiheen huomiot	
Riskit	-Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa
Laatu	-Suunnitelmien mukaisesti -Silmämääräinen materiaalin laaduntarkkailu työn aikana
Aikataulu	-Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa
Kustannus	-Ei normaali rakentamisesta poikkeavaa

Liikennejärjestelyt risteysalueilla

Työvaiheen huomiot	
Riskit	-Liikenteen ja jalankulkijoiden eristäminen työalueesta
Laatu	-Suunnitelmien mukaisesti
Aikataulu	-Mahdollisen rahtiliikenteen kiinteistöjen lastauslaitureille pääsy
Kustannus	-Mahdolliset sakko vaatimukset viereisiltä kiinteistöjen omistajilta liiallisen rahtiliikennehaitan johdosta

Kuopiossa 22.12.2021

Valtteri Malin